

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-293559

(43)Date of publication of application : 04.11.1998

(51)Int.Cl.

G09G 3/36
G02F 1/133
G02F 1/136
G02F 1/136

(21)Application number : 09-100150

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 17.04.1997

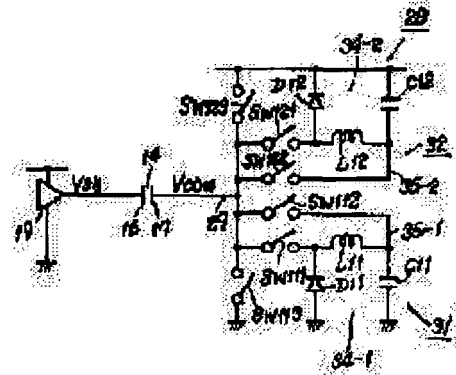
(72)Inventor : HIRAI YASUKATSU
SAGI SEIICHI
HORI YOICHI

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the power consumption is simple constitution while keeping high image quality as it is by providing a first and a second charge reusing circuits for supplying electric charges recovered at the time of next polarity inversion succeeding to each polarity inversion to a liquid crystal display element.

SOLUTION: A first charge reusing circuit 31 reuses the electric charge charged in a liquid crystal display element 14 when the potential of a common electrode 17 is positive to a pixel electrode 16, the electric charge is recovered to a positive state being the same polarity as that of the common electrode 17 just before the inversion of polarity and the recovered electric charge is again supplied to the liquid crystal display element 14 at the time of polarity inversion to the positive succeeding to the negative polarity inversion. A second charge reusing circuit 32 reuses the electric charge charged in a liquid crystal display element 14 when the potential of the common electrode 17 is negative to the pixel electrode 16, the electric charge is recovered to a negative state being the same polarity as that of the common electrode 17 just before the inversion of polarity and the recovered electric charge is again supplied to the liquid crystal display element 14 at the time of polarity inversion to the negative succeeding to the positive polarity inversion.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

特開平10-293559

(43) 公開日 平成10年(1998)11月4日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	F I
G 0 9 G 3/36		G 0 9 G 3/36
G 0 2 F 1/133	5 5 0	G 0 2 F 1/133 5 5 0
1/136	5 0 0	1/136 5 0 0
	5 0 5	5 0 5

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平9-100150

(22) 出願日 平成9年(1997)4月17日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 平井 保功

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8 株式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 鷺 成一

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8 株式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 堀 陽一

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8 株式会社東芝横浜事業所内

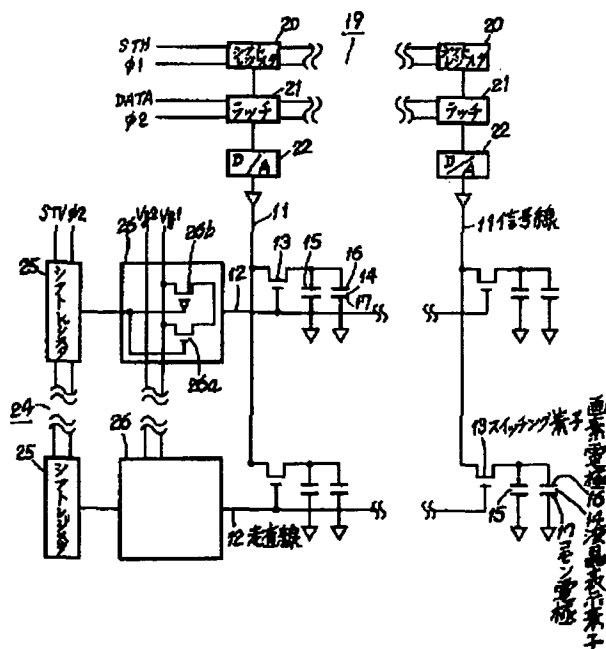
(74) 代理人 弁理士 樺澤 襄 (外2名)

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 簡易な構成により、高画質を維持したまま低消費電力化を実現した液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 コモン電極17の極性が反転する直前に、液晶表示素子14に蓄積された電荷をコモン電極17と同極性の電圧として回収し、コモン電極17の極性が回収電圧と同極性になるタイミングで液晶表示素子14に供給する。液晶表示素子14はコンデンサとして機能し、駆動時に充電された電荷を、液晶表示素子14の端子電圧の極性を反転する際の放電電流をコイル内に蓄え、放出するときに整流して、電荷回収回路34-1、34-2のコンデンサC11、C12に、コモン電極17と同極性の電圧として回収する。コンデンサC11、C12に回収した電荷を、回収電圧と同極性になる駆動タイミングで液晶表示素子14に再供給する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の信号線と複数の走査線との交差部にそれぞれスイッチング素子とこのスイッチング素子により制御される画素電極とを設け、これら画素電極に対して液晶を介してコモン電極を対向配置して液晶表示素子を構成し、前記画素電極に対するコモン電極の極性を順次反転させて駆動する液晶表示装置において、前記画素電極に対してコモン電極が正のとき液晶表示素子に蓄積された電荷を、極性反転の直前に、前記コモン電極と同極性の電圧として回収し、この極性反転に続く次の極性反転時に前記回収した電荷を前記液晶表示素子に供給する第1の電荷再利用回路と、前記画素電極に対してコモン電極が負のとき液晶表示素子に蓄積された電荷を、極性反転の直前に、前記コモン電極と同極性の電圧として回収し、この極性反転に続く次の極性反転時に前記回収した電荷を前記液晶表示素子に供給する第2の電荷再利用回路とを具備したことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】 第1の電荷再利用回路および第2の電荷再利用回路は、コモン電極が対応する極性のとき極性反転直前に一定期間オンとなり、このオン期間に液晶表示素子に蓄積された電荷を磁界としてコイルに蓄えさせ、このオン期間後にコイル端子間に生じる電圧を整流して、前記液晶表示素子に蓄積されていた極性と同極性の電圧をコンデンサに蓄えさせる電荷回収回路と、前記極性反転に続く次の極性反転時にオン状態になり、前記回収した電荷を前記液晶表示素子に再供給する再供給回路とを備えたことを特徴とする請求項1記載の液晶表示装置。

【請求項3】 複数の信号線と複数の走査線との交差部にそれぞれスイッチング素子とこのスイッチング素子により制御される画素電極とを設け、これら画素電極に対して液晶を介してコモン電極を対向配置して液晶表示素子を構成し、前記画素電極に対するコモン電極の極性を順次反転させて駆動する液晶表示装置において、前記画素電極に対してコモン電極が正のとき液晶表示素子に蓄積された電荷を、極性反転の直前に、前記コモン電極と逆極性の電圧として回収し、極性反転時に前記回収した電荷を前記液晶表示素子に供給する第1の電荷再利用回路と、前記画素電極に対してコモン電極が負のとき液晶表示素子に蓄積された電荷を、極性反転の直前に、前記コモン電極と逆極性の電圧として回収し、この極性反転時に前記回収した電荷を前記液晶表示素子に供給する第2の電荷再利用回路とを具備したことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項4】 第1の電荷再利用回路および第2の電荷再利用回路は、コモン電極が対応する極性のとき極性反転直前に一定期

間オンとなり、このオン期間に液晶表示素子に蓄積された電荷を磁界としてコイルに蓄えさせ、このオン期間後にコイル端子間に生じる電圧を整流して、前記液晶表示素子に蓄積されていた極性と逆極性の電圧をコンデンサに蓄えさせる電荷回収回路と、

前記極性反転時にオン状態になり、前記回収した電荷を液晶表示素子に再供給する再供給回路とを備えたことを特徴とする請求項3記載の液晶表示装置。

【請求項5】 各電荷回収回路のコンデンサ毎に設けられ、これらコンデンサの端子電圧を基準電圧と比較するコンパレータと、

これらコンパレータの出力によりオン、オフ動作し、対応するコンデンサの端子電圧が基準電圧と等しくなるように対応するコイルに電源電圧を供給するスイッチングレギュレータ回路とを備えたことを特徴とする請求項2または4記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、低消費電力化を図った液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に、液晶表示装置はワードプロセッサやパーソナルコンピュータ用のフラットパネル表示装置として広く用いられており、表示面積の拡大化と精細度の向上とが望まれている。そして、近年では、大きさは10.4インチから12.1インチ、画素数はVGAで640×480、SVGAで800×600、XGAで1024×768が製品化されている。また、これらの機器は携帯形が主で、電池による長時間動作が可能であることが望まれている。

【0003】 また、液晶表示装置は駆動電圧が低いことから、プラズマディスプレイやELディスプレイに比べ、消費電力は各段に小さい。しかしながら、電池駆動の携帯機器では、液晶表示装置の消費電力は機器全体の3割と大きな部分を占めており、より一層の低消費電力化が望まれている。

【0004】 これまでは、液晶パネルを駆動するドライバICの低消費電力化や電源回路の効率改善、液晶パネルを照明するバックライトの効率改善などにより低消費電力化がなされている。ところが、これらの改善だけでは限界にきており、液晶パネルを駆動するための消費電力の低減化も必要になってきており、液晶パネルを駆動する電力の低減手法としては、低電圧で動作する液晶を使う方法や、駆動周波数を下げる方法等が用いられてきている。

【0005】 しかし、このような液晶パネル駆動電力低減方法を用いた液晶表示装置では、経時的に表示むらが発生したり、フリッカが発生してしまう。たとえば低電圧動作の液晶は、組成が変化しやすい特性で、また、駆動周波数を低くする方法では画面にフリッカが見え易く

なり、さらに、液晶の組成変化や薄膜トランジスタ (Thin Film Transistor) などの経時変化も画面にむらとなって現れやすい。

【0006】ここで、液晶は完全な交流で駆動する必要があり、各画素となる液晶表示素子のコモン電極の電位を、画素電極に加わる信号電圧に対して一定周期で反転させている。このためのコモン電極駆動回路として、従来、たとえば図10で示すような回路が用いられている。この駆動回路は、電源電圧を複数の抵抗からなるシリーズレギュレータにより2種類のコモン電圧 V_{com1} 、 V_{com2} を分圧し、これらコモン電圧 V_{com1} 、 V_{com2} を2つのスイッチ $SW1$ 、 $SW2$ により、図11で示すように交互に切り換えて、順次変化する電圧波形を得ている。

【0007】このような駆動回路を用いた液晶表示装置では、液晶表示素子に蓄積される電荷は回収再利用されず、また、シリーズレギュレータでの損失があるため、その消費電力は800mW程度と大きい。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】このように、液晶表示装置では、電池駆動を考慮して、表示品位の低下を伴うこと無く消費電力の一層の低減化が望まれている。

【0009】本発明は、上記問題点を鑑みなされたもので、簡易な構成により、高画質を維持したまま低消費電力化を実現した液晶表示装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、複数の信号線と複数の走査線との交差部にそれぞれスイッチング素子とこのスイッチング素子により制御される画素電極とを設け、これら画素電極に対して液晶を介してコモン電極を対向配置して液晶表示素子を構成し、前記画素電極に対するコモン電極の極性を順次反転させて駆動する液晶表示装置において、前記画素電極に対してコモン電極が正のとき液晶表示素子に蓄積された電荷を、極性反転の直前に、前記コモン電極と同極性の電圧として回収し、この極性反転に続く次の極性反転時に前記回収した電荷を前記液晶表示素子に供給する第1の電荷再利用回路と、前記画素電極に対してコモン電極が負のとき液晶表示素子に蓄積された電荷を、極性反転の直前に、前記コモン電極と同極性の電圧として回収し、この極性反転に続く次の極性反転時に前記回収した電荷を前記液晶表示素子に供給する第2の電荷再利用回路とを具備したものである。

【0011】また、第1の電荷再利用回路および第2の電荷再利用回路は、コモン電極が対応する極性のとき極性反転直前に一定期間オンとなり、このオン期間に液晶表示素子に蓄積された電荷を磁界としてコイルに蓄えさせ、このオン期間後にコイル端子間に生じる電圧を整流して、前記液晶表示素子に蓄積されていた極性と同極性の電圧をコンデンサに蓄えさせる電荷回収回路と、前記

極性反転に続く次の極性反転時にオン状態になり、前記回収した電荷を前記液晶表示素子に再供給する再供給回路とを備えたものである。

【0012】そして、コモン電極の極性が反転する直前に、液晶表示素子に蓄積された電荷をコモン電極と同極性の電圧として回収し、この回収した電荷をコモン電極の極性が回収電圧と同極性になるタイミングで液晶表示素子に供給し、液晶表示素子が駆動される。液晶表示素子はコンデンサとして、駆動時に電荷が充電されているが、この電荷は液晶表示素子の端子電圧の極性が反転する際に放電され、この放電電流を蓄えさせ、電荷回収回路に、コモン電極と同極性の電圧として回収する。そして、コモン電極の極性が回収電圧と同極性になる駆動タイミングで液晶表示素子に再供給する。このような動作を液晶表示素子の極性反転ごとに繰返すことにより、液晶表示素子の駆動に要する消費電力を低減させる。

【0013】さらに、本発明は、複数の信号線と複数の走査線との交差部にそれぞれスイッチング素子とこのスイッチング素子により制御される画素電極とを設け、これら画素電極に対して液晶を介してコモン電極を対向配置して液晶表示素子を構成し、前記画素電極に対するコモン電極の極性を順次反転させて駆動する液晶表示装置において、前記画素電極に対してコモン電極が正のとき液晶表示素子に蓄積された電荷を、極性反転の直前に、前記コモン電極と逆極性の電圧として回収し、極性反転時に前記回収した電荷を前記液晶表示素子に供給する第1の電荷再利用回路と、前記画素電極に対してコモン電極が負のとき液晶表示素子に蓄積された電荷を、極性反転の直前に、前記コモン電極と逆極性の電圧として回収し、この極性反転時に前記回収した電荷を前記液晶表示素子に供給する第2の電荷再利用回路とを具備したものである。

【0014】また、第1の電荷再利用回路および第2の電荷再利用回路は、コモン電極が対応する極性のとき極性反転直前に一定期間オンとなり、このオン期間に液晶表示素子に蓄積された電荷を磁界としてコイルに蓄えさせ、このオン期間後にコイル端子間に生じる電圧を整流して、前記液晶表示素子に蓄積されていた極性と逆極性の電圧をコンデンサに蓄えさせる電荷回収回路と、前記極性反転時にオン状態になり、前記回収した電荷を液晶表示素子に再供給する再供給回路とを備えたものである。

【0015】そして、コモン電極の極性が反転する直前に、液晶表示素子に蓄積された電荷をコモン電極とは逆極性の電圧として回収し、この回収した電荷を、コモン電極の極性が回収電圧と逆極性になる駆動タイミングで液晶表示素子に供給するので、コモン電極に加わる電圧の上限、下限の範囲を電源電圧範囲以上に拡大でき、しかも消費電力を低減させる。

【0016】さらに、各電荷回収回路のコンデンサ毎に

設けられ、これらコンデンサの端子電圧を基準電圧と比較するコンパレータと、これらコンパレータの出力によりオン、オフ動作し、対応するコンデンサの端子電圧が基準電圧と等しくなるように対応するコイルに電源電圧を供給するスイッチングレギュレータ回路とを備えたものである。

【0017】そして、電荷回収用の各コンデンサの端子電圧が基準電圧と等しくなるように、コンパレータの出力によりオン・オフ動作するスイッチングレギュレータ回路を設けたので、コモン電極の電圧が安定すると共に、消費電力を低減させ、コモン電極の電圧が安定しているため、フリッカや表示ムラ等が生じることはなく、良好な画質を維持する。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の液晶表示装置の一実施の形態を図面を参照して説明する。

【0019】液晶パネルは、図1に示すように、800×600ドットのTFT-LCDで、この液晶パネルには複数である800本の信号線11と複数である600本の走査線12とが、図示しない絶縁層を介して格子状に配線されている。また、これら信号線11および走査線12の各交差部には、それぞれスイッチング素子としての薄膜トランジスタ (Thin Film Transistor) 13が設けられている。各薄膜トランジスタ13は、そのドレイン電極が信号線11に接続され、ゲート電極は走査線12に接続され、ソース電極には液晶表示素子14および補助容量15がそれぞれ接続されている。液晶表示素子14は、画素電極16と、この画素電極16に対して液晶を挟み込んだ状態で対向配置されたコモン電極17を有しており、薄膜トランジスタ13のオン・オフに伴って表示駆動される。

【0020】また、19は信号線ドライバ部で、この信号線ドライバ部19は、シフトレジスタ20、ラッチ21、D/A変換部22を有しており、シフトレジスタ20は、タイミングパルスSTHとシフトクロックφ1とを受けて、表示データDATAを対応するラッチ21に順次取り込む。そして、全てのラッチ21に表示データDATAが蓄積されると、各ラッチ21は水平同期信号である走査シフトクロックφ2を受けて蓄積された表示データDATAを対応するD/A変換部22に出力する。また、D/A変換部22はこの表示データDATAをアナログ電圧に変換し、バッファを介して対応する信号線11に出力する。なお、D/A変換部22には、ロジック電源電圧を受けてこの間を抵抗分割するR-DAC型を用いる。

【0021】さらに、24は走査線ドライバ部で、この走査線ドライバ部24はシフトレジスタ25およびスイッチ部26を有しており、シフトレジスタ25は、垂直同期信号である走査タイミングパルスSTVと走査シフトクロックφ2を受けることによって走査タイミングパルスSTVを順次シフトしていく。また、スイッチ部26は、走査タイミングパルスSTVの有無によって相補的にオン、オフ動作

する一対のスイッチング素子としての薄膜トランジスタ26a, 26bを有し、これら薄膜トランジスタ26a, 26bの動作によって互いに異なる電圧Vg1, Vg2を選択し、1ライン毎の走査パルスとして対応する走査線12に出力される。

【0022】また、図2に示すように、コモン電極駆動回路28は、接続線29を図3で示すように、液晶表示素子14のコモン電極17に接続しており、このコモン電極17のコモン電圧Vcomを、画素電極16の信号電圧Vsigに対して順次極性反転させ、交流電圧駆動する。このコモン電極駆動回路28は、液晶表示素子14に充電された電荷を再利用するための2つの電荷再利用回路31, 32を有する。

【0023】ここで、第1の電荷再利用回路31は、画素電極16に対しコモン電極17の電位が正のときに、液晶表示素子14に充電されていた電荷を再利用するもので、この電荷を極性反転の直前に、コモン電極17と同極性である正の状態に回収し、負への極性反転に続く次の正への極性反転時に、この回収した電荷を液晶表示素子14に再供給する。また、第2の電荷再利用回路32は、画素電極16に対しコモン電極17の電位が負のときに、液晶表示素子14に充電されていた電荷を再利用するもので、同様にこの電荷を極性反転の直前に、コモン電極17と同極性である負の状態に回収し、正への極性反転に続く次の負への極性反転時に、この回収した電荷を液晶表示素子14に再供給する。そして、これら2つの電荷再利用回路31, 32は相補的に動作する。

【0024】これら第1の電荷再利用回路31および第2の電荷再利用回路32は、それぞれ電荷回収回路34および電荷の再供給回路35を有し、第1の電荷再利用回路31に設けられた電荷回収回路34-1および再供給回路35-1について説明する。

【0025】まず、電荷回収回路34-1は、コモン電極17への接続線29とアースとの間に直列に設けられたスイッチSW11、電荷を一時的に蓄えるコイルL11、電荷回収用のコンデンサC11と、コイルL11およびスイッチSW11間とアース側との間に整流方向を逆向きに接続したダイオードD11とを有する。この電荷回収回路34-1は、コモン電極17が画素電極16に対し正の極性で、負へ極性が反転する直前にスイッチSW11を一定期間オン状態にする。そして、このオン期間に、液晶表示素子14に蓄積された電荷をコイルL11に磁界として蓄えさせる。その後、スイッチSW11をオフ状態にし、コイルL11の端子間に生じる電圧をダイオードD11で整流して、コンデンサC11に対して液晶表示素子14に蓄積されていた極性と同極性の電圧を蓄えさせる。

【0026】また、再供給回路35-1はコンデンサC11の正極側端子とコモン電極17への接続線29との間に設けられたスイッチSW12を有している。そして、この再供給回路35-1は、スイッチSW12が、負への極性反転に続く

正への極性反転時に一定期間オン状態になり、コンデンサC11に回収した電荷を液晶表示素子14に再供給する。

【0027】さらに、スイッチSW113は不足分補充用のスイッチで、コモン電極17への接続線29とアースとの間に設けられ、負電荷供給時にオン状態となり、回路損失による不足分を補充すべくコモン電極17にアース電位を供給する。

【0028】また、第2の電荷再利用回路32も、それぞれ電荷回収回路34-2および電荷の再供給回路35-2を有しており、これらは第1の電荷再利用回路31に設けた電荷回収回路34-1および電荷の再供給回路35-1と基本的に同じものであるが、極性が異なる。

【0029】すなわち、電荷回収回路34-2は、コモン電極17への接続線29と正極電源線との間に直列に設けられたスイッチSW121、電荷を一時的に蓄えるコイルL12、電荷回収用のコンデンサC12と、コイルL12およびスイッチSW121間と正極電源線との間に整流方向を逆向き接続したダイオードD12とを有する。この電荷回収回路34-2は、コモン電極17が画素電極16に対し負の極性で、正に極性が反転する直前にスイッチSW121を一定期間オン状態にする。そして、このオン期間に、液晶表示素子14に蓄積された電荷をコイルL12に磁界として蓄えさせる。この後、スイッチSW121をオフ状態にし、コイルL12の端子間に生じる電圧をダイオードD12で整流して、コンデンサC12に対して液晶表示素子14に蓄積されていた極性と同極性の電圧を蓄えさせる。

【0030】また、再供給回路35-2はコンデンサC12の負極側端子とコモン電極17への接続線29との間に設けられたスイッチSW122を有している。この再供給回路35-2は、スイッチSW122を、正への極性反転に続く負への極性反転時に一定期間オン状態にし、コンデンサC12に回収した電荷を液晶表示素子14に再供給する。

【0031】さらに、スイッチSW123は不足分補充用のスイッチで、コモン電極17への接続線29と正極電源線との間に設けられ、正の電荷供給時にオン状態となり、回路損失による不足分を補充すべくコモン電極17に正の電源電位を供給する。

【0032】次に、動作を図3および図4を参照して説明する。

【0033】信号線ドライバ部19から液晶表示素子14の画素電極16に印加される信号電圧Vsigと、この信号電圧Vsigに対する極性が順次反転するようにコモン電極17に印加されるコモン電圧Vcomとの関係と、コモン電極駆動回路28を構成する各スイッチSW111ないしスイッチSW123の動作タイミング、および、電荷回収、再供給動作とを図4を参照して説明する。

【0034】図4において、コモン電圧Vcomが信号電圧Vsigに対して正極であり、スイッチSW123をオフにして、負極側に反転させるとき(t11)、この極性が反転する直前に、第1の電荷再利用回路31の電荷回収回路34

10

-1に設けたスイッチSW111を所定期間(t12までの間)オン状態にする。スイッチSW111がオン状態になったことにより、液晶表示素子14に蓄積されていた電荷はコイルL11に磁界として蓄えられる。この後、スイッチSW111がオフ動作するとコイルL11の両端には電圧が発生し、ダイオードD11によって整流され、コンデンサC11に充電される。このときの極性は、液晶表示素子14に充電されていたときと同極性の正である。すなわち、コンデンサC11の図示上部端子が正極となる。

10

【0035】このようにして、コンデンサC11に回収された電荷は、正から負への極性反転に続く負から正への極性反転時に、電荷の再供給回路35-1のスイッチSW112がオン動作(t15)することにより液晶表示素子14に再供給される。

20

【0036】すなわち、コモン電圧Vcomを信号電圧Vsigに対して負の状態から正の状態に極性反転させるとき(t14)、今度は第2の電荷再利用回路32のスイッチSW121がt15までの間オン状態となり、前述と同様の動作により、液晶表示素子14に蓄積されていた負極性の電荷はコイルL12を経て、コンデンサC12に回収される。この後、第1の電荷再利用回路31のスイッチSW112がオン動作(t15)することにより、前回の正から負への極性反転時にコンデンサC11に回収された正の電荷が液晶表示素子14に再供給される。

30

【0037】また、正から負への極性反転時には、その前の負から正への極性反転時に第2の電荷再利用回路32のコンデンサC12に回収されていた負の電荷が、電荷の再供給回路35-2のスイッチSW122がオン動作(t12)することにより、液晶表示素子14に再供給される。

30

【0038】なお、液晶表示素子14の電荷は回路損失のため100%回収されることが原理的にないため、電荷の再供給回路35-2、35-1のスイッチSW122、SW112をオン動作させて回収電荷を液晶表示素子14に再供給(t12、t15)した後、スイッチSW122、SW112をオフさせた後、不足分を補うべく補充用のスイッチSW113、SW123をオン動作させ(t13、t16)、対応する極性の電源を供給している。

40

【0039】このように、2つの電荷再利用回路31、32は、コモン電圧Vcomの極性が反転する度に相補的に動作する。すなわち、液晶表示素子14に対し、第1の電荷再利用回路31で電荷を回収した直後は、第2の電荷再利用回路32から以前回収した電荷を再供給し、第2の電荷再利用回路32で電荷を回収した直後は、第1の電荷再利用回路31から回収電荷を再供給することにより、液晶パネルの駆動に要する消費電力を低減できる。

【0040】なお、実験によれば、この実施の形態では、従来に比べ消費電力を200mW低減することができるとともに、フリッカや表示むらなどは生じず、良好な画質を維持できた。

50

【0041】次に、他の実施の形態を図5を参照して説

明する。

【0042】この実施の形態では、液晶パネル自体は図1で示したものと同一構造であるが、コモン電極駆動回路28を図5で示すように構成している。

【0043】この図5に示すコモン電極駆動回路28も、その接続線29を液晶表示素子14のコモン電極17に接続しており、このコモン電極17のコモン電圧 V_{com} を、画素電極16の信号電圧 V_{sig} に対して順次極性反転させ、交流電圧駆動する。また、このコモン電極駆動回路28は、液晶表示素子14に充電された電荷を再利用するための2つの電荷再利用回路41、42を有する。

【0044】ここで、第1の電荷再利用回路41は、画素電極16に対してコモン電極17の電位が正のときに、液晶表示素子14に充電されていた電荷を再利用するもので、この電荷を、正から負への極性反転の直前に、コモン電極17と逆極性である負の状態に回収し、正から負への極性反転時に、この回収した電荷を液晶表示素子14に再供給する。

【0045】また、第2の電荷再利用回路42は、画素電極16に対しコモン電極17の電位が負のときに、液晶表示素子14に充電されていた電荷を再利用するもので、この電荷を負から正への極性反転の直前に、コモン電極17と逆極性である正の状態に回収し、負から正への極性反転時に、この回収した電荷を液晶表示素子14に再供給する。すなわち、これら2つの電荷再利用回路41、42は相補的に動作する。

【0046】これら第1の電荷再利用回路41および第2の電荷再利用回路42は、それぞれ電荷回収回路44および電荷の再供給回路45を有する。

【0047】まず、第1の電荷再利用回路41に設けられた電荷回収回路44-1および再供給回路45-1について説明する。

【0048】電荷回収回路44-1は、コモン電極17への接続線29とアースとの間に直列に設けられたスイッチSW21および電荷を一時的に蓄えるコイルL21と、このコイルL21の両端にダイオードD21を介して接続された電荷回収用のコンデンサC21とを有している。なお、ダイオードD21の整流方向は、コイルL21の両端からコンデンサC21に回収される電圧の極性が、液晶表示素子14に蓄えられていた電圧に対して逆極性となるように設定する。

【0049】また、この電荷回収回路44-1では、コモン電極17が画素電極16に対し正の極性で、負へ極性が反転する直前にスイッチSW21を一定期間オン状態にする。そして、このオン期間に、液晶表示素子14に蓄積された電荷をコイルL21に磁界として蓄えさせる。この後、スイッチSW21をオフ状態にし、コイルL21の端子間に生じる電圧をダイオードD21で整流し、コンデンサC21に対して液晶表示素子14に蓄積されていた極性と逆極性である負の電圧を蓄えさせる。

【0050】さらに、再供給回路45-1はコンデンサC21の負極側端子とコモン電極17への接続線29との間に設けられたスイッチSW212を有している。この再供給回路45-1は、スイッチSW212が、負への極性反転時にオン状態になり、コンデンサC21に回収した電荷を液晶表示素子14に再供給する。

【0051】スイッチSW213は不足分補充用のスイッチで、コイルL21の反アース側端子と正の電源線との間に設けられ、負極電荷供給時に所定周期でオン、オフ動作を繰返し、回路損失による不足分を補充すべくコイルL21に正の電源を供給し、ダイオードD21を介してコンデンサC21に逆極性の電圧を充電させる。

【0052】第2の電荷再利用回路42も、それぞれ電荷回収回路44-2および電荷の再供給回路45-2を有する。これら電荷回収回路44-2および電荷の再供給回路45-2は、第1の電荷再利用回路41に設けた電荷回収回路44-1および電荷の再供給回路45-1と基本的に同じものであるが、極性が異なる。

【0053】すなわち、電荷回収回路44-2は、コモン電極17への接続線29と正極電源線との間に直列に設けられたスイッチSW221および電荷を一時的に蓄えるコイルL22と、このコイルL22の両端にダイオードD22を介して接続された電荷回収用のコンデンサC22とを有する。なお、ダイオードD22の整流方向は、コイルL22の両端からコンデンサC22に回収される電圧の極性が、液晶表示素子14に蓄えられていた電圧に対して逆極性となるように設定する。

【0054】この電荷回収回路44-2では、コモン電極17が画素電極16に対し負の極性で、正に極性が反転する直前にスイッチSW221を一定期間オン状態にする。そして、このオン期間に、液晶表示素子14に蓄積された電荷をコイルL22に磁界として蓄えさせる。この後、スイッチSW221をオフ状態にし、コイルL22の端子間に生じる電圧をダイオードD22で整流し、コンデンサC22に対して、液晶表示素子14に蓄積されていた極性と逆極性である正の電圧を蓄えさせる。

【0055】また、再供給回路45-2はコンデンサC22の正極側端子とコモン電極17への接続線29との間に設けられたスイッチSW222を有している。この再供給回路45-2は、スイッチSW222が、正への極性反転時にオン状態になり、コンデンサC22に回収した電荷を液晶表示素子14に再供給する。

【0056】さらに、スイッチSW223は不足分補充用のスイッチで、コイルL22の反電源線側端子とアースとの間に設けられ、正極電荷供給時に所定周期でオン、オフ動作を繰返し、回路損失による不足分を補充すべくコイルL22およびダイオードD22を介してコンデンサC22に逆極性である正の電圧を充電させる。

【0057】次に、動作を図6を参照して説明する。

【0058】信号線ドライバ部19から液晶表示素子14の

画素電極16に印加される信号電圧 V_{sig} と、この信号電圧 V_{sig} に対する極性が順次反転するようにコモン電極17に印加されるコモン電圧 V_{com} との関係と、コモン電極駆動回路28を構成する各スイッチSW211 ないしSW223の動作タイミングおよびそれに伴う電荷回収・再供給動作とを図6を参照して説明する。

【0059】図6に示すように、コモン電圧 V_{com} が信号電圧 V_{sig} に対して正極であり、負極側に反転させるとき (t_{21})、この極性が反転する直前に、第1の電荷再利用回路41の電荷回収回路44-1に設けたスイッチSW211を所定期間 (t_{22} までの間) オン状態にする。スイッチSW211 がオン状態になったことにより、液晶表示素子14に蓄積されていた電荷はコイルL21 に磁界として蓄えられる。この後、スイッチSW211 がオフ動作すると (t_2)、コイルL21 の両端には電圧が発生し、ダイオードD21によって整流され、コンデンサC21に充電される。このときの極性は、液晶表示素子14に蓄積されていた電荷と逆極性である負である。すなわち、コンデンサC21の上部端子が負極となる。

【0060】この正から負への極性反転時に、同時 (t_2) に電荷の再供給回路45-1のスイッチSW212 がオン動作し、コンデンサC21 に回収された負の電荷は、液晶表示素子14に再供給される。

【0061】また、同時 (t_{22}) に、不足分補充用のスイッチSW213 が所定期間オン状態となり、コイルL21 に対して正電源線から電源が供給される。この後、スイッチSW213 がオフ動作する (t_{23}) ことにより、両端に生じた電圧はダイオードD21 で整流され、コンデンサC21 に蓄積されるとともに、その負の電荷はオン状態のスイッチSW212 を通って液晶表示素子14に供給される。このスイッチSW213 のオン・オフ動作は数回繰返され、その度にコンデンサC21 から液晶表示素子14に対して負の電荷が供給されるので、回路損失による不足分が補充され、コモン電極17は所定の負の電位に安定する。

【0062】次に、コモン電圧 V_{com} が信号電圧 V_{sig} に対して負の状態から正の状態に極性反転するときは、その直前 (t_{24}) に第2の電荷再利用回路42のスイッチSW221が t_{25} までの間オン状態となり、前述と同様の動作により、液晶表示素子14に蓄積されていた負極性の電荷はコイルL22 に一旦蓄えられ、スイッチSW221 のオフ動作 (t_{25}) により、コンデンサC22 に、液晶表示素子14での蓄積状態とは逆極性である正の状態に回収される。すなわち、コンデンサC22 の下部端子が正極となる。

【0063】この負から正への極性反転時に、同時 (t_4) に電荷の再供給回路45-2のスイッチSW222 がオン動作し、コンデンサC22 に回収された正の電荷は、液晶表示素子14に再供給される。

【0064】また、同時 (t_{24}) に、不足分補充用のスイッチSW223 が所定期間オン状態となることにより、コイルL22 の図示下端にアースが接続され、正電源線から電源

が供給される。この後、スイッチSW223 がオフ動作する (t_{25}) ことにより、コイルL22 の両端に生じた電圧はダイオードD22 で整流され、コンデンサC22 に蓄積される。そして、その正の電荷はオン状態のスイッチSW222 を通って液晶表示素子14に供給される。このスイッチSW223 のオン、オフ動作は数回繰返され、その度にコンデンサC22 から液晶表示素子14に対して正の電荷が供給されるので、回路損失による不足分が補充され、コモン電極17は所定の正の電位に安定する。

10 【0065】ここで、極性反転時に対応する第1の電荷再利用回路41または第2の電荷再利用回路42から液晶表示素子14に再供給される電圧は、極性反転前に液晶表示素子14に蓄積されていた電荷とは逆の極性の電圧であるため、図6で示すように、コモン電圧 V_{com} の上限・下限を電源電圧以上に拡大することができる。すなわち、電源電圧を越える電圧を液晶表示素子14に印加することができる。実験によれば、この実施の形態では、2.5Vの電源電圧により、3.3Vの電圧を液晶表示素子14に印加することができた。

20 【0066】この場合の液晶パネル駆動用の消費電力は、従来の3.3Vの電源を用いた場合に比べ、250mW小さくすることができた。また、フリッカや表示むらなどは生じず、良好な画質を維持することができた。

【0067】次に、他の実施の形態を図7を参照して説明する。この実施の形態のコモン電極駆動回路28も、2つの電荷再利用回路51, 52を有する。これら電荷再利用回路51, 52は、それぞれ図3で示したものと基本的に同じ電荷回収回路54および電荷の再供給回路55を有する。

30 【0068】まず、第1の電荷再利用回路51に設けられた電荷回収回路54-1および再供給回路55-1について説明する。

【0069】この電荷回収回路54-1は、コモン電極17への接続線29とアースとの間に直列に設けられたスイッチSW311、電荷を一時的に蓄えるコイルL31、電荷回収用のコンデンサC31 とスイッチSW311、コイルL31 間と、アース側との間に整流方向を逆向き接続したダイオードD31 とを有する。この電荷回収回路54-1は、コモン電極17が画素電極16に対し正の極性で、負へ極性が反転する直前にスイッチSW311を一定期間オン状態にする。そして、このオン期間に、液晶表示素子14に蓄積された電荷をコイルL31 に磁界として蓄えさせる。この後、スイッチSW311 をオフ状態にし、コイルL31 の端子間に生じる電圧をダイオードD31 で整流して、コンデンサC31 に対して液晶表示素子14に蓄積されていた極性と同極性の電圧を蓄えさせる。

40 【0070】また、再供給回路55-1はコンデンサC31 の正極側端子とコモン電極17への接続線29との間に設けられたスイッチSW312 を有している。この再供給回路55-1は、スイッチSW312 を、負への極性反転に続く正への極性反転時に一定期間オン状態になり、コンデンサC31 に

回収した電荷を液晶表示素子14に再供給する。

【0071】ここまでの構成は図3の電荷回収回路34-1、再供給回路35-1と同じであるが、図3における不足分補充用のスイッチSW113に代ってコンパレータCOMP11およびこのコンパレータCOMP11の出力によってオン、オフ動作するスイッチSW313を有するスイッチングレギュレータ回路を構成している。

【0072】また、コンパレータCOMP11はコンデンサC31の端子電圧と基準電圧Vcom1とを比較しており、コンデンサC31の端子電圧が基準電圧Vcom1より低くなると出力を生じる。スイッチSW313は正の電源線とコイルL31の一端との間に設けられており、コンパレータCOMP11の出力によってオン動作し、コイルL31に電源電圧を供給する。

【0073】第2の電荷再利用回路52も、それぞれ電荷回収回路54-2および電荷の再供給回路55-2を有する。これらは、第1の電荷再利用回路51に設けた電荷回収回路54-1および電荷の再供給回路55-1と基本的に同じものであるが、極性が異なる。

【0074】すなわち、電荷回収回路54-2は、コモン電極17への接続線29と正極電源線との間に直列に設けられたスイッチSW321、電荷を一時的に蓄えるコイルL32、電荷回収用のコンデンサC32と、スイッチSW321、コイルL32間と正極電源線との間に整流方向を逆向き接続したダイオードD32とを有する。この電荷回収回路54-2は、コモン電極17が画素電極16に対し負の極性で、正へ極性が反転する直前にスイッチSW321を一定期間オン状態にする。そして、このオン期間に、液晶表示素子14に蓄積された電荷をコイルL32に磁界として蓄えさせる。この後、スイッチSW321をオフ状態にし、コイルL12の端子間に生じる電圧をダイオードD32で整流して、コンデンサC32に対して液晶表示素子14に蓄積されていた極性と同極性の電圧を蓄えさせる。

【0075】再供給回路55-2はコンデンサC32の負極側端子とコモン電極17への接続線29との間に設けられたスイッチSW322を有している。この再供給回路55-2は、スイッチSW322を、正への極性反転に続く負への極性反転時に一定期間オン状態にし、コンデンサC32に回収した電荷を液晶表示素子14に再供給する。

【0076】また、第1の電荷再利用回路51と同様に、スイッチングレギュレータ回路を有する。このスイッチングレギュレータ回路は、コンパレータCOMP12およびこのコンパレータCOMP12の出力によってオン・オフ動作するスイッチSW323を有する。

【0077】そして、コンパレータCOMP12はコンデンサC32の端子電圧と基準電圧Vcom2とを比較しており、コンデンサC32の端子電圧が基準電圧Vcom2より低くなると出力を生じる。スイッチSW323はアースとコイルL32の一端との間に設けられており、コンパレータCOMP12の出力によってオン動作し、コイルL32に電源電圧を供給

する。

【0078】次に、動作を図8を参照して説明する。

【0079】図8に示すように、コモン電圧Vcomが信号電圧Vsigに対して正極であり、負極側に反転させるとき(t31)、この極性が反転する直前に、第1の電荷再利用回路51の電荷回収回路54-1に設けたスイッチSW311を所定期間(t32までの間)オン状態にする。スイッチSW311がオン状態になったことにより、液晶表示素子14に蓄積されていた電荷はコイルL31に磁界として蓄えられる。この後、スイッチSW311がオフ動作するとコイルL31の両端に発生した電圧はダイオードD31によって整流され、コンデンサC31に充電される。このときの極性は、液晶表示素子14に充電されていたときと同極性である正極性である。すなわち、コンデンサC31の図示上部端子が正極となる。

【0080】このようにして、コンデンサC31に回収された電荷は、正から負への極性反転に続く負から正への極性反転時に、電荷の再供給回路55-1のスイッチSW312がオン動作(t35)することにより液晶表示素子14に再供給される。

【0081】すなわち、コモン電圧Vcomを信号電圧Vsigに対して負の状態から正の状態に極性反転させるとき(t34)、第2の電荷再利用回路52のスイッチSW321がt35までの間オン状態となり、前述と同様の動作により、液晶表示素子14に蓄積されていた電荷である負はコイルL32を経て、コンデンサC32に回収される。この後、第1の電荷再利用回路51のスイッチSW312がオン動作(t35)することにより、前回の正から負への極性反転時にコンデンサC31に回収された正極性の電荷が液晶表示素子14に再供給される。

【0082】また、正から負への極性反転時には、その前の負から正への極性反転時に第2の電荷再利用回路52のコンデンサC52に回収されていた負に電荷が、電荷の再供給回路55-2のスイッチSW322がオン動作(t32)することにより、液晶表示素子14に再供給される。

【0083】ここで、電荷の再供給回路55-1または電荷の再供給回路55-2のスイッチSW312またはSW322のオン動作に伴うコンデンサC31またはコンデンサC32から液晶表示素子14への電荷再供給時、たとえばコンデンサC31についてみると、電荷再供給に伴ってその端子電圧が基準電圧Vcom1より低くなると、コンパレータCOMP11が出力を生じ、スイッチSW313をオンさせ(t36)、正極電源線からコイルL31に電源電圧を加える。その後、このスイッチSW313がオフ動作すると、コイルL31の両端に生じる電圧はダイオードD31により整流され、コンデンサC31に充電されるとともに、オン状態のままのスイッチSW312を通して液晶表示素子14に供給される。以後、コンデンサC31の端子電圧が基準電圧Vcom1より低くなる毎にこの動作を繰返すので、液晶表示素子14のコモン電極17は基準電圧Vcom1に安定化される。

【0084】この動作は、コンデンサC32についても同じであり、極性は異なるが、コンパレータCOMP12およびスイッチSW323を有するスイッチングレギュレータが同様に動作し、液晶表示素子14のコモン電極17を基準電圧Vcom2に安定化する。

【0085】このように構成した液晶表示パネルの駆動用の消費電力は、従来のシリースレギュレータ型のコモン電極駆動回路に比べて250mW少なくなった。また、コモン電圧が安定化されているので、フリッカや表示むらなどが生じず、良好な画質を維持することができた。

【0086】次に、他の実施の形態を図9を参照して説明する。

【0087】この実施の形態によるコモン電極駆動回路28は、図5で示した回路と大部分は共通するが、図5におけるスイッチSW213、SW223に相当する部分に、スイッチングレギュレータを構成するスイッチSW413、SW423を設け、これらスイッチSW413、SW423を対応するコンパレータCOMP21、COMP22によってオン・オフ動作させている。

【0088】ここで、コンパレータCOMP21はコンデンサC21の端子電圧が基準電圧Vcom2より低くなる出力を生じ対応するスイッチSW413をオン動作させる。コンパレータCOMP22はコンデンサC22の端子電圧が基準電圧Vcom1より低くなると出力を生じ対応するスイッチSW423をオン動作させる。

【0089】コモン電極駆動回路28は、図5の回路と同様に、液晶表示素子14のコモン電圧Vcomを、信号電圧Vsigに対して正から負に反転させる場合、反転の直前に、蓄積電荷とは逆極性の状態でコンデンサC21またはコンデンサC22に回収された電荷を、極性反転時にコモン電極17の再供給して、液晶表示素子14に対して電源電圧を越える電圧を加えるようにしている。

【0090】この場合、電荷再供給によりコンデンサC21またはコンデンサC22の端子電圧が基準電圧Vcom2または基準電圧Vcom1より低くなるとコンパレータCOMP21またはコンパレータCOMP22が動作して対応するスイッチSW413またはスイッチSW423がオン、オフ動作する。このため、対応するコイルL21、ダイオードD21またはコイルL22、ダイオードD22によりコンデンサC21またはコンデンサC22が電源電圧によって充電され、この充電電荷は液晶表示素子14に供給される。

【0091】この結果、コモン電圧Vcomが、信号電圧Vsigに対して正から負に反転するときは、スイッチSW212を介してコンデンサC21から液晶表示素子14に電荷が供給されるので、回路損失による不足分が補充されるとともに、コモン電極17は負の基準電圧Vcom2に安定化される。これに対して、コモン電圧Vcomが、信号電圧Vsigに対して負から正に反転するときは、スイッチSW222を介してコンデンサC22から液晶表示素子14に電荷

が供給されるので、同じく回路損失による不足分が補充されるとともに、コモン電極17は正の基準電圧Vcom1に安定化される。

【0092】このように構成した液晶表示パネルの駆動用の消費電力は、従来のシリースレギュレータ型のコモン電極駆動回路に比べて200mW少なくなった。また、コモン電圧が安定化されているので、フリッカや表示むらなどが生じず、良好な画質を維持することができた。

10 【0093】このようなスイッチングレギュレータを用いた各実施の形態では、スイッチングレギュレータ動作の稼働停止は、上述のように水平同期信号に同期させることも、垂直同期信号に同期させることもできる。また、スイッチングレギュレータのスイッチング周波数は、水平同期または垂直同期周波数以上の任意の周波数に設定することができる。

20 【0094】なお、各実施の形態の動作説明に用いた駆動タイミングチャートでは、信号電圧Vsigとコモン電圧Vcomとを同一のスケールで描いているが、正確にはコモン電圧Vcomは信号電圧Vsigに対して薄膜トランジスタのゲート突き抜け電圧分だけシフトした電位に設定されている。

【0095】また、いずれの実施の形態も、ツイストネマチック(TN)、IPSモードなどの各種の液晶モードと電極構造、アナログサンプルホールド型アクティブマトリクス方式、金属-絶縁膜-金属(MIM)型アクティブマトリクス方式、単純マトリクス方式などの各種の液晶駆動方式および極性反転に必要な液晶表示装置にも適用が可能である。

30 【0096】

【発明の効果】本発明によれば、駆動時に液晶表示素子に充電された電荷を、極性反転に伴って回収して再供給するので、簡易な構成により、高画質を維持したまま低消費電力化を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の液晶表示装置の一実施の形態を示す回路図である。

【図2】同上コモン電極駆動回路を示す回路図である。

【図3】同上コモン電極駆動回路を示す回路図である。

40 【図4】同上図3の動作を示すタイミングチャートである。

【図5】同上他の実施形態を示す回路図である。

【図6】同上図5の動作を示すタイミングチャートである。

【図7】同上また他の実施の形態を示す回路図である。

【図8】同上図7の動作を示すタイミングチャートである。

【図9】同上さらに他の実施形態を示す回路図である。

【図10】従来例の液晶表示装置を示す回路図である。

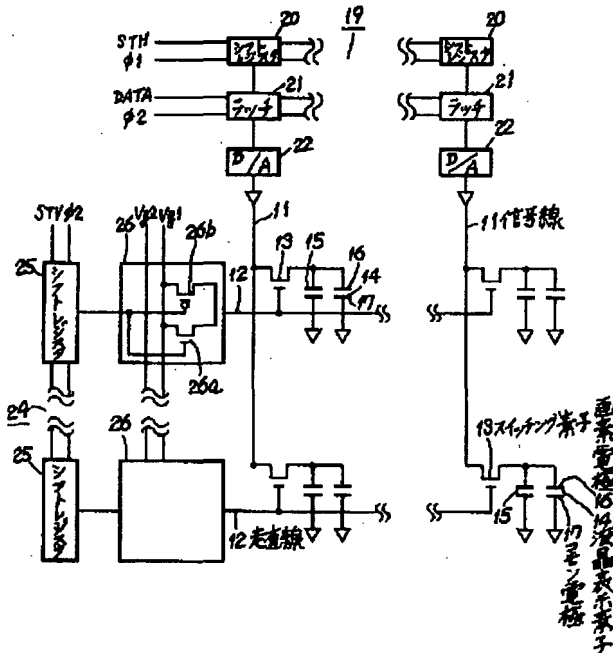
50 【図11】同上図10の動作を示すタイミングチャート

である。

【符号の説明】

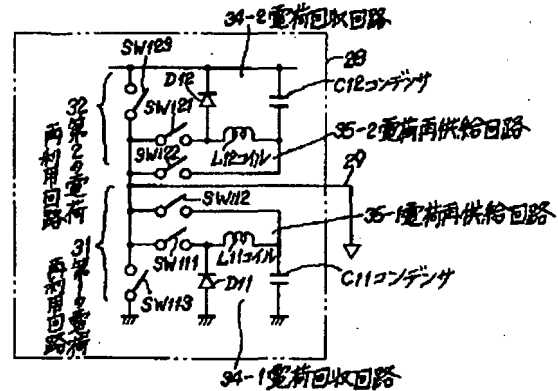
- 11 信号線
- 12 走査線
- 13 スイッチング素子としての薄膜トランジスタ
- 14 液晶表示素子
- 16 画素電極
- 17 コモン電極

【図1】

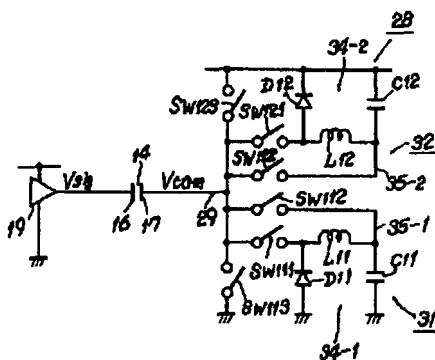


- 26a, 26b スイッチング素子としての薄膜トランジスタ
- 31 第1の電荷再利用回路
- 32 第2の電荷再利用回路
- 34-1, 34-2 電荷回収回路
- 35-1, 35-2 再供給回路
- C11, C12 コンデンサ
- L11, L12 コイル

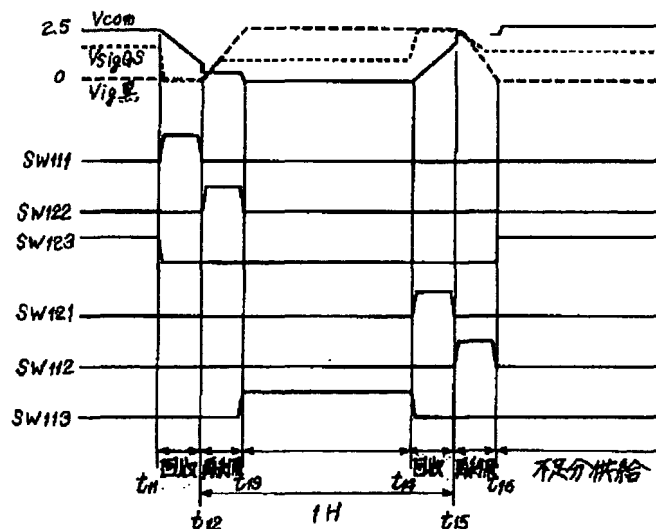
【図2】



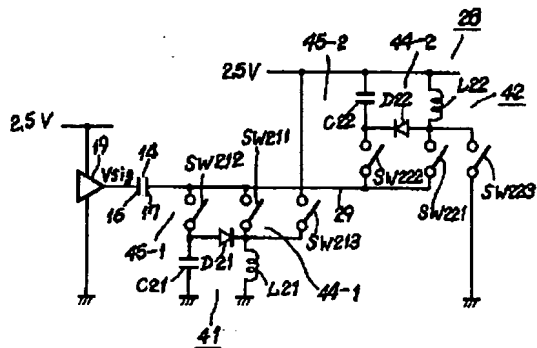
【図3】



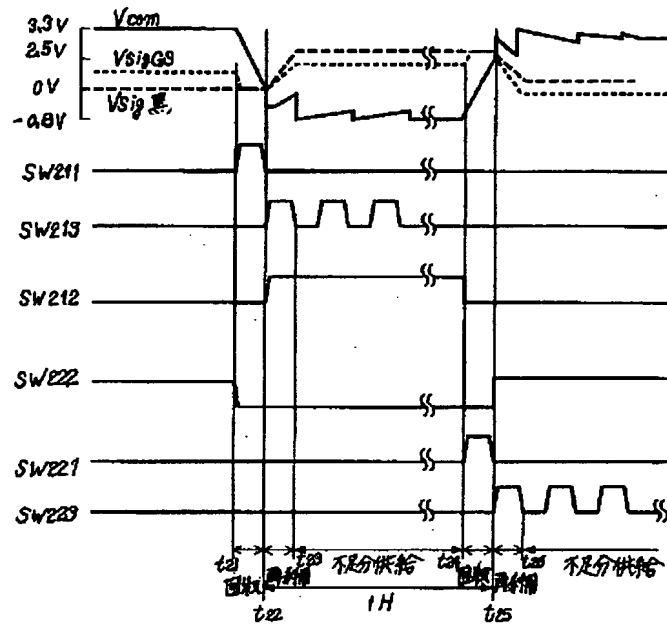
【図4】



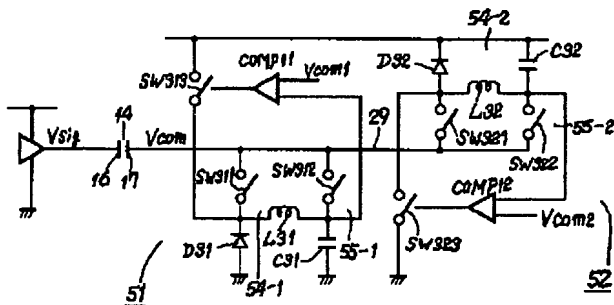
【図5】



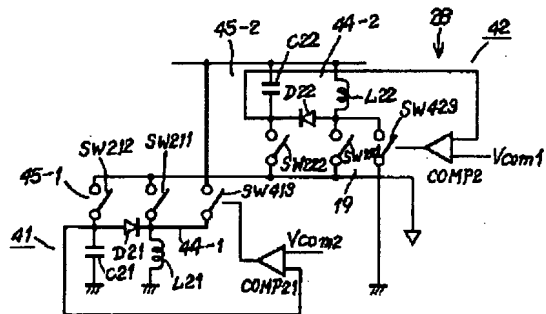
【図6】



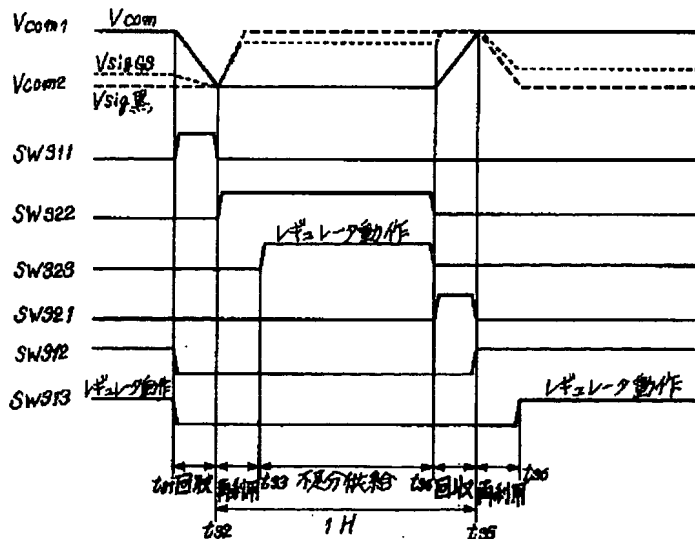
【図7】



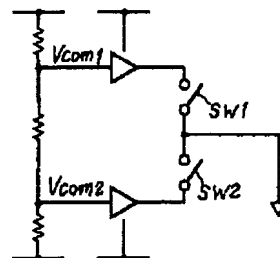
【図9】



【図8】



【図10】



【図 11】

